

Nickel-base alloy

Patent Number: ☐ US4231793
Publication date: 1980-11-04
Inventor(s): KRUSKE GERHARD;; KNOTEK OTTO;; LUGSCHEIDER ERICH
Applicant(s): METALLGESELLSCHAFT AG
Requested Patent: ☐ DE2829702
Application Number: US19790054519 19790703
Priority Number(s): DE19782829702 19780706
IPC Classification: C22C19/05
EC Classification: B23K35/30F2, C22C19/05P2
Equivalents: ☐ EP0007124, B1

Abstract

A nickel-base alloy which is resistant to corrosion, abrasion, erosion, cavitation and temperature cycles and possesses a high high-temperature strength, consisting essentially of the following composition in percent by weight: Carbon: 0.5 to 5 Tungsten: 2 to 15 Chromium: 25 to 55 Boron: 0.5 to 3.5 Phosphorus: 0.5 to 4.5 Silicon: 1 to 5 Iron: 1 to 5 Nickel: balance and meets the following boundary conditions: (a) percent by weight C=percent by weight C1=percent by weight C2+0.2; (b) percent by weight W=36xpercent by weight C1; and (c) percent by weight Cr \geq 17+9xpercent by weight C2-4xpercent by weight C.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

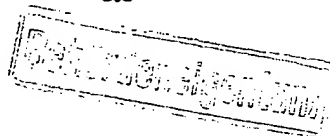
⑤

Int. Cl. 2:

C 22 C 19/05

⑯ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 29 702 A 1

⑪

Offenlegungsschrift 28 29 702

⑫

Aktenzeichen:

P 28 29 702.1-24

⑬

Anmeldetag:

6. 7. 78

⑭

Offenlegungstag:

24. 1. 80

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

㉓

Bezeichnung:

Nickel-Basis-Legierung

㉔

Zusatz zu:

P 26 39 325.9

㉕

Anmelder:

Metallgesellschaft AG, 6000 Frankfurt

㉖

Erfinder:

Kruske, Gerhard, Ing.(grad.), 6370 Oberursel;
Knotek, Otto, Prof. Dipl.-Ing. Dr., 5100 Aachen;
Lugscheider, Erich, Dipl.-Ing. Dr., Vaals (Niederlande)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 28 29 702 A 1

PATENTANSPRÜCHE

1. Nickel-Basis-Legierung mit Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion, Abrasion, Erosion, Kavitation, zyklische Temperaturwechsel und mit hoher Warmhärte, bestehend aus

5 0,5 bis 5 Gew.% Kohlenstoff
 2 bis 15 Gew.% Wolfram
 25 bis 55 Gew.% Chrom
 0,5 bis 3,5 Gew.% Bor
 0,5 bis 4,5 Gew.% Phosphor
10 1 bis 5 Gew.% Silizium
 1 bis 5 Gew.% Eisen
 Rest Nickel,
wobei die Randbedingungen
 $\text{Gew.\% C} = \text{Gew.\% C}_1 + \text{Gew.\% C}_2 + 0,2$
15 $\text{Gew.\% W} = 36 \times \text{Gew.\% C}_1$
 $\text{Gew.\% Cr} \geq 17 + 9 \times \text{Gew.\% C}_2 - 4 \times \text{Gew.\% C}$
gelten.

20 2. Nickel-Basis-Legierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß $\text{Gew.\% Cr} \geq 25 + 9 \times \text{Gew.\% C}_2 - 4 \times \text{Gew.\% C}$ ist.

25 3. Nickel-Basis-Legierung nach den Ansprüchen 1 und/oder 2, gekennzeichnet durch die Zusammensetzung
 0,5 bis 3 Gew.% Kohlenstoff
 7 bis 10 Gew.% Wolfram
 30 bis 40 Gew.% Chrom
 0,5 bis 1,5 Gew.% Bor
 1 bis 3 Gew.% Phosphor
30 1 bis 3 Gew.% Silizium
 2 bis 3 Gew.% Eisen
 Rest Nickel.

2829702

- 7 - 21

METALLGESELLSCHAFT
Aktiengesellschaft
Reuterweg 14
6000 Frankfurt/Main 1

04.07.1978
-DRQ/GKP-

Prov. Nr. 8291 LT

Nickel-Basis-Legierung

Die Erfindung betrifft eine Nickel-Basis-Legierung mit
Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion, Abrasion,
Erosion, Kavitation, zyklische Temperaturwechsel und mit
hoher Warmhärte gemäß DE-PS (DE-Patentanmeldung
5 P 26 39 325.9), bestehend aus

0,5 bis 5	Gew. % Kohlenstoff
2 bis 15	Gew. % Wolfram
25 bis 55	Gew. % Chrom
0,5 bis 3,5	Gew. % Bor
1 bis 5	Gew. % Silizium
1 bis 5	Gew. % Eisen

Rest Nickel,

wobei die Randbedingungen

- 2 -

900884/0002

$$\text{Gew.}\% \text{ C} = \text{Gew.}\% \text{ C}_1 + \text{Gew.}\% \text{ C}_2 + 0,2$$

$$\text{Gew.}\% \text{ W} = 36 \times \text{Gew.}\% \text{ C}_1$$

$$\text{Gew.}\% \text{ Cr} \geq 17 + 9 \times \text{Gew.}\% \text{ C}_2 - 4 \times \text{Gew.}\% \text{ C}$$

gelten.

5

In praktisch allen Industriebereichen werden im Zusammenhang mit Verschleiß- und Korrosionsproblemen bei hochbeanspruchten Bauteilen rohstoffsparende Lösungen durch Beschichtung mit Hartlegierungen angestrebt. Vor allem
10 im Maschinen-, Apparate- und Armaturenbau werden Hartlegierungen auf Kobalt- und Nickelbasis seit Jahrzehnten mit Erfolg verwendet.

15

Im Bereich der Kerntechnik ist der Einsatz von Kobaltlegierungen, sogenannten Stelliten, durch die Anwesenheit von Kobalt begrenzt. Es wurde daher in jüngster Zeit versucht, Stellite durch die darüber hinaus einfacher verarbeitbaren Nickel-Chrom-Bor-Silizium-Hartlegierungen zu ersetzen. Es zeigte sich jedoch, daß boridisch-silizidische Nickelhartlegierungen die Anforderungen hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit, insbesondere gegen interkristalline Korrosion, nicht erfüllen. Darüber
20 hinaus werden Nickel-Chrom-Bor-Silizium-Legierungen häufig auch den Anforderungen bezüglich Warmhärte und
25 Rißanfälligkeit nicht gerecht. Aufgrund dieser Problematik wurde u.a. ein neuer Hartlegungstyp auf Nickelbasis gemäß dem Hauptpatent DE-PS (DE-Patentanmeldung P 26 39 325.9) entwickelt.

30

Diese Auftraglegierungen sind aufgrund des charakteristischen Hartstoffanteils als carbidische Nickelhartlegierungen zu bezeichnen. Durch gezielte Abstimmung des Kohlenstoffanteils mit dem vergleichsweise hohen Chrom- und Wolframgehalt sowie Zusätzen an Bor, Silizium und Eisen gelingt

die Herstellung hochkorrosionsbeständiger Hartlegierungen im Härtebereich von 35 bis 50 HRC.

Die neuen Hartlegierungen zeigen das für Hartlegierungen charakteristische Gefüge, d.h. in einer vergleichsweise duktilen Metallmatrix sind die für die Verschleißfestigkeit verantwortlichen Hartstoffphasen gleichmäßig verteilt eingelagert. Entsprechend den Legierungsbestandteilen und deren gegenseitiger Löslichkeit im festen Zustand besteht die Metallmatrix aus einem Chrom, Wolfram, Silizium, Kohlenstoff und Eisen enthaltenden Nickelmischkristall. Als dominante Hartstoffphase tritt das Komplexcarbid M_7C_3 auf, wobei M für die Metalle Chrom, Nickel und Wolfram steht. Als weitere Hartphase treten infolge der äußerst geringen Löslichkeit von Bor im Matrixmischkristall Chromboride meist vom Typ CrB auf. Je nach Abstimmung der Legierungselemente innerhalb der angegebenen Toleranzbereiche und den Abkühlbedingungen bei der Legierungsherstellung bzw. Verarbeitung können gegebenenfalls weitere Hartphasen in kleinen Mengen stabilisiert werden. Es sind dies Komplexcarbide der Art $M_{23}C_6$ und M_2C sowie ein siliziumstabilisiertes Carbid vom Typ M_6C .

Die neuen Legierungen bieten für den Verschleißschutz bei höheren Temperaturen Vorteile, da mit Legierungen vergleichbarer niedrigerer Raumtemperaturhärte gearbeitet werden kann, wodurch sich Verarbeitungs- und Bearbeitungsvorteile ergeben.

30

Neben der hohen Festigkeit bei Raumtemperatur wird mit der Legierung vor allem das ausgezeichnete Hochtemperaturfestigkeitsverhalten mit nahezu konstanter Festigkeit im Temperaturbereich von 300 bis 600°C erzielt.

Das thermische Ausdehnungsverhalten der neuen Nickelhartlegierungen ist ebenso wie die Dichte vergleichbar mit entsprechenden konventionellen Hartlegierungen auf Nickel- bzw. Kobaltbasis.

5

Neben den guten mechanischen Eigenschaften besitzen carbidische Nickelhartlegierungen auch günstiges Schmelzverhalten. Der Schmelztemperaturbereich von etwa 1170 bis 1230°C liegt unter dem vergleichbarer Kobalthartlegierungen, wodurch eine ausgezeichnete Verarbeitbarkeit gegeben ist.

10

Die neuen Hartlegierungen schließen infolge ihrer ausgezeichneten Korrosionsbeständigkeit eine bestehende Lücke innerhalb der besonders gegen oxidierende Medien äußerst schlecht beständigen konventionellen Nickelhartlegierungen.

15

In dem Bestreben, die mechanisch-technologischen Eigenschaften der eingangs genannten Nickel-Basis-Legierung weiter zu verbessern, wurde gefunden, daß durch den Zusatz von 0,5 bis 4,5 Gew.%, vorzugsweise 1 bis 3 Gew.%, Phosphor der Schmelztemperaturbereich weiter abgesenkt werden kann, wodurch sich eine noch bessere Verarbeitbarkeit ergibt, die insbesondere darin zu sehen ist, daß die in dem Schmelztemperaturbereich liegenden Temperaturwerte durch Zugabe von in dem angegebenen Legierungsbereich liegender bestimmter Phosphormengen relativ gut steuerbar sind.

25

30

Der Phosphorgehalt trägt ferner dazu bei, daß die Oxide auf der zu beschichtenden Oberfläche abgebaut werden und somit auch von daher eine verbesserte Verarbeitbarkeit gegeben ist. Ebenso wird infolge des

Phosphorgehalts eine Aufmischung mit dem Grundwerkstoff beim Schweißen vermieden, so daß die Schweißnaht eine hohe Reinheit besitzt und damit die Gefahr der Korrosion beseitigt ist.

5

Gegenüber der Legierung nach dem Hauptpatent DE-PS
(DE-Patentanmeldung P 26 39 325.9) werden mit der erfindungsgemäß zusammengesetzten Legierung, wie anhand einer Legierung der Zusammensetzung

10

1,2 Gew.% Kohlenstoff

31,5 Gew.% Chrom

2,0 Gew.% Silizium

0,6 Gew.% Bor

7,8 Gew.% Wolfram

15

2,0 Gew.% Eisen

2,0 Gew.% Phosphor

Rest Nickel

20

nachgewiesen werden konnte, ein verbessertes Fließverhalten und eine verbesserte Duktilität erreicht, die eine wesentlich verbesserte Verarbeitbarkeit der Legierung bewirken.